



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11285184 A**(43) Date of publication of application: **15 . 10 . 99**

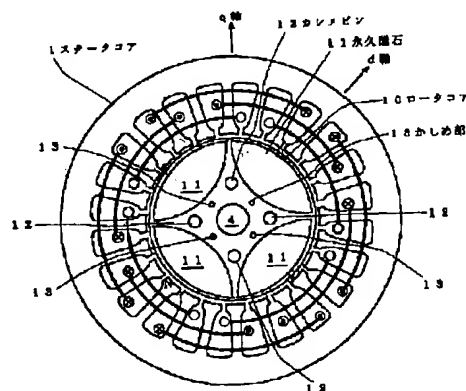
(51) Int. Cl

**H02K 1/27**(21) Application number: **10100197**(22) Date of filing: **27 . 03 . 98**(71) Applicant: **FUJITSU GENERAL LTD**(72) Inventor: **FUKUDA YOSHIFUMI****(54) PERMANENT-MAGNET MOTOR**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance motor efficiency by making effective use of magnet torque and reluctance torque, in a permanent-magnet motor.

**SOLUTION:** In an inner rotor-type permanent-magnet motor, permanent magnets 11 in a number equivalent to the number of poles concerned are embedded in the rim of a core at equal intervals, and the permanent magnets 11 are so formed that their cross-sectional shape is of convex lens. Flux barriers are formed at both the ends of the permanent-magnets 11, and the permanent magnets 11 are formed such that their faces on one side are located along the rim of the rotor core 10, and their faces on the other side are of a shape with the distance from the center hole 4 take into account. The distance between the adjacent permanent magnets 11 in different poles is set to a value not less than the thickness of one electromagnetic steel plate used for the rotor core 10 to ensure magnetic path from the stator core 1. Caulking pins 12 are inserted and caulking areas 13 are formed in the region between the permanent magnets 11 and the center hole 4.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-285184

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 K 1/27

識別記号

5 0 1

F I

H 0 2 K 1/27

5 0 1 A

5 0 1 M

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平10-100197

(22) 出願日

平成10年(1998)3月27日

(71) 出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72) 発明者 福田 好史

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式

会社富士通ゼネラル内

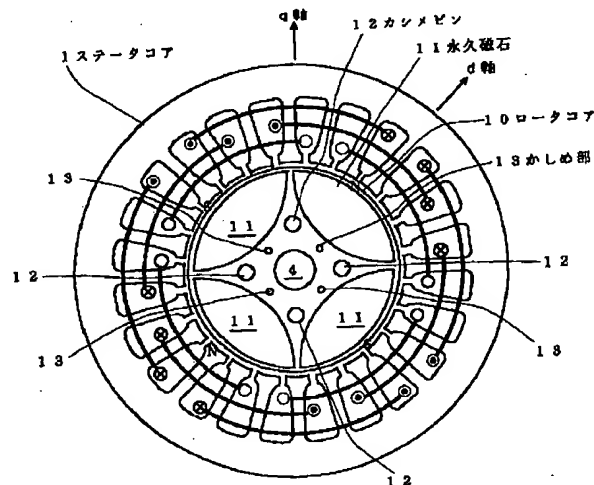
(74) 代理人 弁理士 大原 拓也

(54) 【発明の名称】 永久磁石電動機

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石電動機において、マグネットトルクおよびリラクタンストルクを有効利用し、モータ効率の向上を図る。

【解決手段】 インナーロータ型の永久磁石電動機において、ロータコア10に当該極数分の永久磁石11をコア外周に沿って等間隔に埋設し、この永久磁石11の断面形状を凸レンズ形状とする。この永久磁石11の両端部側にはフラックスバリア11aを形成し、永久磁石11の一方の面をロータコア10の外周に沿った形状とし、他方の面を中心孔4との距離を考慮した形状とする。隣接する異極の永久磁石11の間隔はロータコア10に使用する電磁鋼板1枚の厚さ以上とし、ステータコア1からの磁気の路を確保する。各永久磁石11と中心孔4との間の領域にはカシメピン12を通し、かつ、かしめ部13を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロータコアを内部に有する永久磁石電動機において、前記ロータコアに当該極数分の永久磁石をコア外周に沿って等間隔に埋設するとともに、該永久磁石の断面形状を凸レンズ形状としてなることを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項 2】 前記埋設する永久磁石の隣接同士を異極とし、該異極の永久磁石の間隔を当該ロータコアに使用する電磁鋼板 1 枚の厚さ以上とした請求項 1 記載の永久磁石電動機。

【請求項 3】 前記永久磁石の一方の面をコア外周に沿った曲線に、他方の面を弧の midpoint と当該中心孔との距離を所定値とした曲線にし、前記永久磁石の両端部側を面取りすることによってフラックスバリアを形成してなる請求項 1 または 2 記載の永久磁石電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、空気調和機や冷蔵庫のコンプレッサ等に用いるインナーロータ型の永久磁石電動機に係り、特に詳しくはマグネットトルクを得る永久磁石の形状により、リラクタンストルクの有効利用を可能とする永久磁石電動機に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】この種の永久磁石電動機のインナーロータの構成は、ロータコアに永久磁石を埋設しており、例えば図 5 に示すものが提案されている。

【0003】図 5 に示すように、24 スロットのステータコア 1 内のロータコア 2 には、当該永久磁石電動機の極数（4 極）分だけ板状の永久磁石 3 が外径に沿って円周方向に埋設されている。なお、4 は中心孔（シャフト用の孔）、5 はカシメピン、6 はかしめ部である。

【0004】この場合、永久磁石 3 の形状がほぼ断面扇状であり、この扇状の外側弧をコアの外周に沿って、またその扇状の内側弧を直線としていることから、永久磁石 3 の使用量（磁石量）が多く、大きいマグネットトルクを得ることができる。また、前記扇状の内側は直線としているため、コア中心部には正方形のボス部が形成され、このボス部にカシメピン 5 を通し、かつ、かしめ部 6 を形成することができ、永久磁石 3 と中心孔 4 との間には距離もあり、コア強度の面からも好ましい。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記永久磁石電動機においては、リラクタンストルクの利用ができず、モータ効率の向上が見込めないという欠点がある。すなわち、永久磁石 3 の使用量をより多くするためには、隣接する永久磁石 3 の間が狭く、また、永久磁石 3 の幅（厚さ）を大きくしているために、ステータコア 1 からの磁束の路を確保することが困難だからである。

【0006】この発明は、前記課題に鑑みなされたものであり、その目的は永久磁石の断面形状を変えることに

より、マグネットトルクおよびリラクタンストルクを有効利用し、ひいてはモータ効率の向上を図ることができるとした永久磁石電動機を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、この発明はロータコアを内部に有する永久磁石電動機において、前記ロータコアに当該極数分の永久磁石をコア外周に沿って等間隔に埋設するとともに、該永久磁石の断面形状を凸レンズ形状としてなることを特徴としている。

【0008】この場合、前記埋設する永久磁石の隣接同士を異極とし、該異極の永久磁石の間隔を当該ロータコアに使用する電磁鋼板 1 枚の厚さ以上にすると好ましい。

【0009】前記永久磁石の一方の面をコア外周に沿った曲線に、他方の面を弧の midpoint と当該中心孔との距離を所定値とした曲線にし、前記永久磁石の両端部側を面取りすることによってフラックスバリアを形成するとよい。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図 1 ないし図 4 を参照して詳しく説明する。なお、図中、図 5 と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【0011】この発明の永久磁石電動機は、ロータコアに埋設する永久磁石の断面形状を凸レンズ形状とすれば、永久磁石の使用量（磁石量）を多くすることができ、つまりマグネットトルクが向上し、またステータコアからの磁束の路を確保することができ、つまりリラクタンストルクの利用が見込めることに着目にしたものである。

【0012】そのため、図 1 および図 2 に示すように、この永久磁石電動機のロータコア 10 には、断面凸レンズ形状の永久磁石 11 がコア外周に沿って当該極数（四極）分だけ等間隔に埋設されている。各永久磁石 11 は一方の面をコア外周に沿うようにし、他方の面を中心孔 4 に向けている。

【0013】さらに、図 3 に示すように、隣接する異極の永久磁石 11 の間は、ステータコア 1 からの磁束の路を確保するために所定幅  $s$  とし、例えば、ロータコア 10 に使用する電磁鋼板 1 枚の厚さ以上にすると好ましい。なお、永久磁石 11 の他方の面（中心孔 4 を向いている面）は、ステータコア 1 からの磁気の通路（いわゆる磁束の路）に沿った曲線にするとよい。

【0014】したがって、図 1 において、 $q$  軸に関してはステータコア 1 からの磁束の路には永久磁石 11 が介在し、 $d$  軸に関してはステータコア 1 からの磁束の路がその曲線に沿った形でロータコア 10 に形成されることになる。つまり、 $q$  軸と  $d$  軸インダクタンスの差が大きくなり、リラクタンストルクの発生が見込める。

【0015】また、各永久磁石 11 が断面凸レンズ形状であることから、各永久磁石 11 および中心孔 4 との間にはある程度の領域が生じ、この領域には、カシメピン 12 を通し、かしめ部 13 を形成する。

【0016】さらに、図 4 に示すように、各永久磁石 11 の両端部側にはフラックスバリア用の孔 11a を形成するとよい。この場合、各永久磁石 11 の両端部をカットすればよい。このフラックスバリア用の孔 11a は、磁束の短絡、漏洩を防止することから、永久磁石 11 の磁束の損失を抑え、ひいてはマグネットトルクの低下を抑える。

【0017】ところで、ロータコア 10 の製造においては、コアプレス金型を用いて自動プレスで電磁鋼板を打ち抜き、金型内でかしめてロータコア 10 を一体的に形成するコア積層方式（自動積層方式）を採用する。

【0018】このプレス加工工程では、コアシート 10a を打ち抜くとき、永久磁石 11 の孔およびカシメピン 12 の孔を打ち抜くとともに、かしめ部 13 をコアシート 10a の積層毎に形成する。したがって、従来の自動積層方式によるプレス加工をそのまま利用することができ

【0019】このようにして、自動的にプレス、積層されたコアをかしめた後、永久磁石 11 の孔に磁石（例えばフェライト磁石）を埋設して蓋をし、カシメピン 12 を通してロータコア 10 をかしめ、かつ永久磁石 11 を凸レンズ形状の厚さ方向に磁化、着磁する。

【0020】なお、図 4 について追加説明をすると、24 スロットのステータコア 1 には、三相（U 相、V 相および W 相）の電機子巻線が施されているが、スロット数や電機子巻線が異なってもよい。また、ステータコア 1 において、例えば外径側の巻線を U 相、内径側の巻線を W 相、その中間の巻線を V 相としてもよい。

【0021】このように、各永久磁石 11 の断面を凸レンズ形状とすることで、永久磁石 11 の使用量は少なくとも従来と変わらず、つまりマグネットトルクが小さくならず、その凸レンズの形状によっては使用量を多くすることが可能であり、フラックスバリア用の孔 11a により、磁束の短絡、漏洩を防止することができる。

【0022】また、隣接する永久磁石 11 の間隔を所定に開け、かつ永久磁石 11 の断面を凸レンズ形状としていることから、ステータコア 1 からの磁気の流れを十分に確保することができ、リラクタンストルクの発生を見込むことができる。すなわち、q 軸と d 軸インダクタンスの差（ $L_q - L_d$ ）が大きくなり、これによりリラクタンストルクを発生させることができるからである。したがって、マグネットトルクおよびリラクタンストルクの有効利用が図れ、ひいてはモータ効率の向上が図れる。

【0023】なお、永久磁石 11 の他方の面（中心孔 4 を向いている面）については、永久磁石 11 と中心孔 4 との距離を考慮して決めるとよい。これにより、コア強

度を低下させず済み、ひいては信頼性の低下を防止することができる。また、前述により形成されるロータコアを組み込んで DC ブラシレスモータとし、空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップ（運転効率の向上、振動や騒音の低下）を図ることができる。

#### 【0024】

【発明の効果】以上説明したように、この永久磁石電動機の請求項 1 記載の発明によると、ロータコアを内部に有する永久磁石電動機において、前記ロータコアに当該極数分の永久磁石をコア外周に沿って等間隔に埋設するとともに、この永久磁石の断面形状を凸レンズ形状とすることで、永久磁石の断面積（磁石の使用量）を少なくとも従来と同じ程度とすることができる。しかも、永久磁石の当該中心孔側が曲線であることから、ステータコアからの磁束の路を確保してリラクタンストルクを発生させることができ、これによりマグネットトルクおよびリラクタンストルクを有効利用することができ、ひいてはモータ効率の向上を図ることができるという効果がある。

【0025】請求項 2 記載の発明によると、請求項 1 において、前記埋設する永久磁石の隣接同士を異極とし、この異極の永久磁石の間隔を当該ロータコアに使用する電磁鋼板 1 枚の厚さ以上としたので、請求項 1 の効果に加え、ステータコアからの磁束の路をより確保することになる。つまり、磁気抵抗を小さくし、より大きいリラクタンストルクの発生を見込むことができるため、モータ効率の向上を図ることができるという効果がある。

【0026】請求項 3 記載の発明によると、請求項 1 または 2 における永久磁石の一方の面をコア外周に沿った曲線に、他方の面は弧の中心点と当該中心孔との距離を所定値とした曲線にし、前記永久磁石の両端部側を面取りすることによってフラックスバリアを形成してなるので、請求項 1 または 2 の効果に加え、コア強度を保ちながら、永久磁石の使用量（磁石量）を最大限に多くすることができるとともに、永久磁石の磁束の短絡、漏洩を防止し、より大きいマグネットトルクの発生を見込むことができるため、モータ効率の向上を図ることができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の実施の一形態を示す永久磁石電動機の概略的平面図。

【図 2】図 1 に示すロータコアを説明するための概略的断面図。

【図 3】図 1 に示すロータコアを説明するための概略的部分平面図。

【図 4】この発明の変形実施の形態を示すロータコアの概略的部分平面図。

【図 5】従来の永久磁石電動機の概略的側面図。

【符号の説明】

- 1. スタータコア
- 4 中心孔 (シャフト用)
- 10 ロータコア (磁石埋込型界磁鉄心)
- 10a コアシート

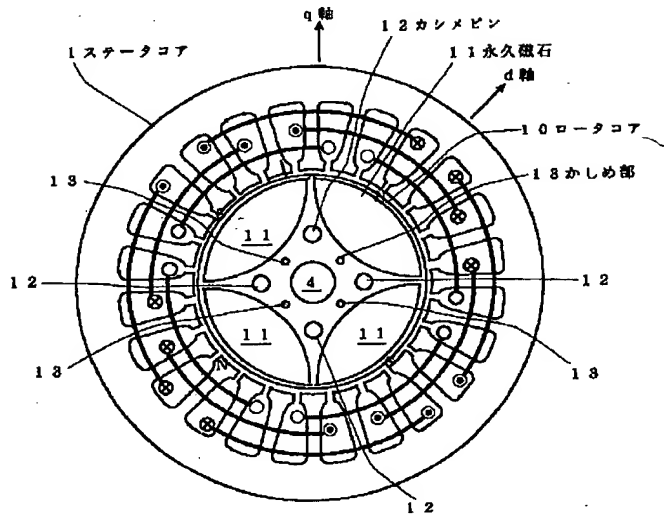
\* 11 永久磁石 (断面凸レンズ形状)

11a 孔 (フラックスバリア用)

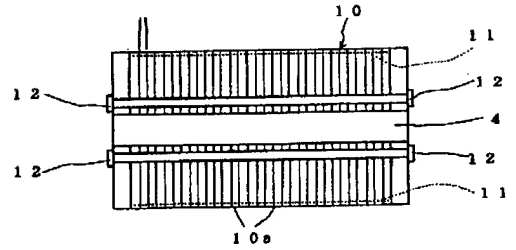
12 カシメピン

\* 13 かしめ部

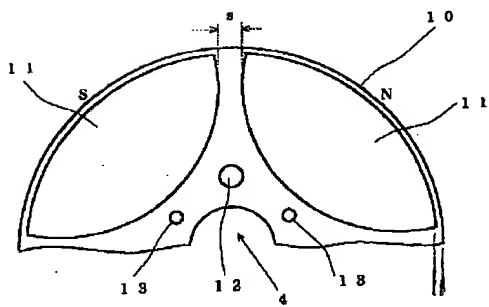
【図1】



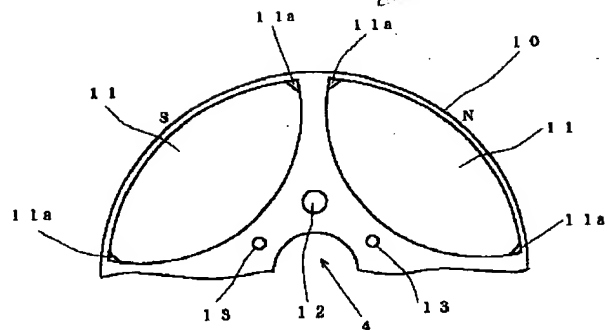
【図2】



【図3】



【図4】



【図 5】

